

ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛА ГАЛЛУАЗИТА С ИММОБИЛИЗОВАННЫМ ФЕРМЕНТОМ

Тохтуева М.Д. *, Тамбасова Д.П., Любякина П.Н.,
Антонов Д.О., Ковалева Е.Г.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: lezhneva@icloud.com

ELECTROSURFACE AND CATALYTIC PROPERTIES HYBRIDE SYSTEMS BASED ON MINERAL WITH IMMIBILASED ENZYME

Tokhtueva M.D. *, Tambasova D.P., Lyubyakina P.N.,
Antonov D.O., Kovaleva E.G.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The electrosurface properties of halloysite nanotubes and natural halloysite mineral were studied using EPR spectroscopy of pH-sensitive NR as spin probes. It was shown that the more positively charged the surface of the studied materials, the greater the catalytic activity of the immobilized hemicellulase. The highest hemicellulase activity was demonstrated by the enzyme immobilized on halloysite surface by covalent binding with aminopropylethoxysilane (APTES).

Свойства и структура минерала галлуазита позволяет легко модифицировать его поверхность органическими и биоорганическими группировками, что в свою очередь приводит к изменению электростатических характеристик поверхности, кислотно-основных свойств модифицированных систем и напрямую влияет на их каталитическую активность и адсорбционную способность [1]. Такие материалы природного функционального назначения широко востребованы в современном мире, а природная доступность и дешевизна позволяет использовать их в широком спектре исследований и технологий.

Целью настоящего исследования является изучение электроповерхностных свойств галлуазитных нанотрубок и природного минерала галлуазита (Журавлинское месторождение, Челябинская область, Россия) методом ЭПР pH-чувствительных нитроксильных радикалов как pH-зондов, и оценка влияния этих свойств на каталитическую активность фермента гемицеллюлазы, иммобилизованного на данном алюмосиликате, в реакции гидролитического разложения ксилана.

Методом ЭПР титрования pH-чувствительного нитроксильного радикала 4-диметиламин-2-этил-5,5-диметил-2-пиридин-4-ил-2,5-дигидро-1H имидазол-1-оксида было показано, что галлуазитные нанотрубки несут отрицательный заряд вплоть до pH внешнего раствора (pH^{ext}), равного 3.96, в то время как природный минерал галлуазит заряжен положительно во всем диапазоне pH^{ext} . Это объясняется присутствием специфичных парамагнитных металлов в его составе.

Постоянство значений pH в фазе исследованных галлуазитных материалов (pH^{loc}) в диапазоне pH^{ext} от 2,5 до 4 отражает титрование функциональных групп смешанной фазы Al-O-Si в обоих изученных алюмосиликатах.

Модификация поверхности галлуазитных нанотрубок сшивающим агентом аминопропилэтоксисилан (АПТЭС) приводит к изменению поверхностного заряда с отрицательного на положительный, очень близкого по значению к такому для мезопористого гамма-оксида алюминия [2].

Было найдено, что исследованные галлуазитные материалы имеют собственную активность (около 112 и 350 единиц активности/г порошка для галлуазитных нанотрубок и природного минерала галлуазита, соответственно)[3]. Более высокую активность проявил природный минерал галлуазит по сравнению с галлуазитными нанотрубками, что обусловлено присутствием в его составе каталитически активных металлов.

Чем больше положительный заряд поверхности, тем выше активность иммобилизованного фермента и собственная каталитическая активность галлуазитных материалов. Максимальная гемицеллюлозная активность была продемонстрирована ферментом, иммобилизованным на поверхности галлуазита ковалентным пришиванием через АПТЭС.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 18-29-12129, 17-03-00641 и Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания, проект №4.9514.2017/8.9.

1. Mutilab M.A., Losic D.N., Voelcky H. Progress in Material Science, 2013, 58, 636.
2. E.G. Kovaleva, L.S. Molochnikov, D.P. Stepanova, A.V. Pestov, D.G. Trofimov, I. A. Kiriluyuk and A. I. Smirnov, Cell Biochemistry and Biophysics 75(2), 159-170 (2017).
3. Препараты ферментные, Методы определения ферментативной активности ксиланазы, ГОСТ 31488-2012, Москва, Стандартинформ, 2012.